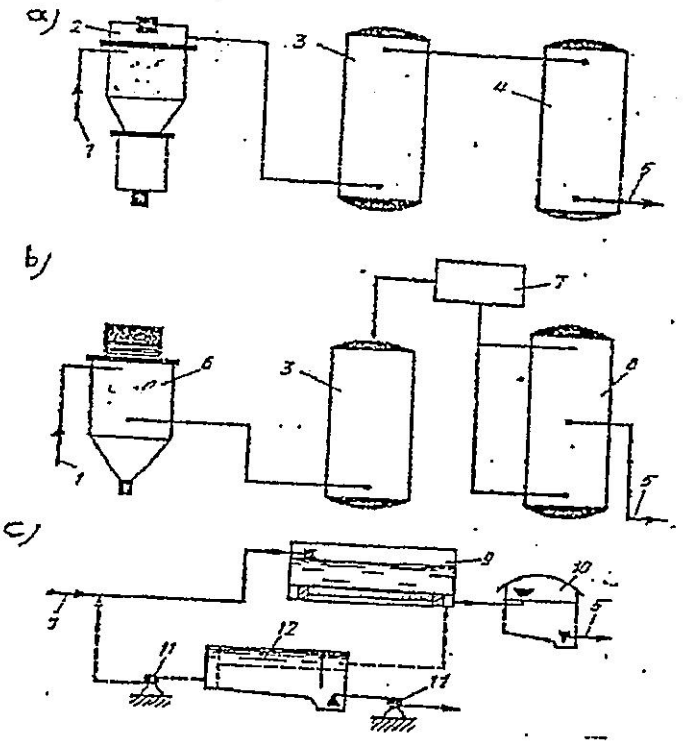
الفصل الثاني

تحسين نوعية المياه

2-1المخططات التكنولوجية لتحسين نوعية المياه:

إن عمليات معالجة المياه باستخدام المحاليل الكيميائية تجري بفاعلية أكبر وهكذا يلزم لترسيب المواد العالقة في المياه باستخدام المحاليل من(2 - 4) ساعة أما في حال عدم استخدام المحاليل (أنظر الشكل ٢-١) فتستمر العملية عدة أيام.

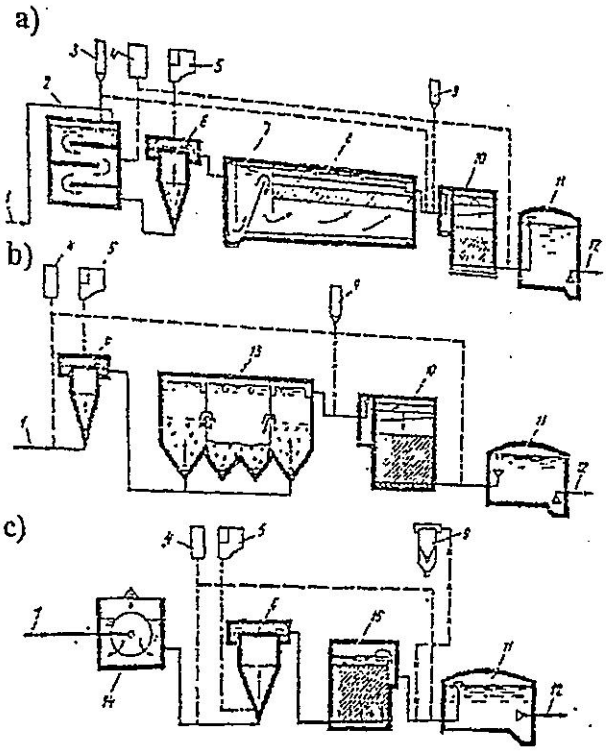


الشكل (٢-١) المخططات التكنولوجية لتحسين نوعية المياه بدون استخدام المحاليل الكيميائية

a - مع استخدام جهاز القوة النابذة -b مع جهاز صوتي C- مع مرشح بطيء , 5 , 1 بالترتيب ضخ الماء الخام ومخرج المياه النقية ٢- جهاز الطرد المركزي ٣- مرشح سريع في المرحلة الأولى 4- مرشح سريع في المرحلة الثانية 6- مرشح صوتي ٧- خزان للتوزيع ٨- مرشح بطبقتين في المرحلة الثانية 9- مرشح بطيء ١٠- خزان المياه النقية ١١- مضخة ١٢- منشأة لإعادة تنقية مياه الغسيل.

تتراوح سرعة تمرير المياه خلال المرشحات في الحالة الأولى 5-12 m\hour وأكثر، أما بدون استخدام المحاليل الكيميائية فتتراوح ما بين 0.1 – 0.3 m/hour ترشيح بطيئ.

إن منشأة معالجة المياه باستخدام المحاليل الكيميائية (أنظر الشكل ٢-٢) أرخص بالبناء لكنها أصعب بالاستثمار من منشأة المعالجة بدون استخدام المحاليل الكيميائية لذلك فإن المخططات التكنولوجية للأخيرة تستخدم عندما يسمح بتزويد المناطق الصناعية بماء أزيلت عكارته بدرجة قليلة. لهذه الأمور يتم أحيانا استخدام ترسيب أو ترشيح لمرة واحدة في مرشحات رملية ذات حبيبات كبيرة أو في ميكر وفلتر.



الشكل (٢-٢) المخططات التكنولوجية لتحسين نوعية المياه باستخدام المحاليل الكيميائية

a- مع مرشح b - مع مروق المواد العالقة c- مع مروق التماس و ميكروفلتر 1,12- بالترتيب ضخ الماء الخام ومخرج المياه النقية 2- خزان التماس 3- منشأة لكربنه الماء 4- كلورة الماء 5- خزان للمحاليل الكيميائية 6- خلاط شاقولي 7- حجرة تشكل الندف 8- مرسب افقي 9- منشأة لفلورة المياه 10- مرشح سريع 11- خزان المياه النقية 13 – مروق وطبقة من المواد العالقة 14- ميكرو فلتر 15- مروق التماس.

2 - 2 - تحديد الاستهلاك التصميمي من المياه:

يتكون الاحتياج الكلي Qt للمياه في محطات التنقية من مجموع الاستهلاك الأعظمي اليومي للسكان Qmax. day واستهلاك المياه للأغراض الخاصة ضمن محطة التنقية (التحضير المحاليل الكيميائية وتنظيف المرسبات وغسيل المرشحات...) واستهلاك إضافي من المياه لإطفاء الحرائق التي قد تحدث في المدينة Qd. إذاً غزارة المياه القادمة إلى محطة التنقية تساوي :

$$Qt = \propto * Qmax.day + Qd \qquad 2\text{-}1$$

حيث :

$\propto$:عامل بمساعدته يمكن تحديد استهلاك المياه للأغراض الخاصة ضمن المحطة وهو يساوي1.05 لمحطات التنقية ذات الإنتاجية الأكبر من 50000 m3/ day ويساوي 1.1 عندما تكون الإنتاجية أقل من ذلك. يعطى الاستهلاك الإضافي من المياه لإطفاء الحرائق بالعلاقة التالية:

$$Qd = \frac{3.6 * n * qb * tb}{Tb}$$

حيث:

n :عدد الحرائق التي يمكن أن تحدث في وقت واحد.

qb : غزارة المياه المستهلكة لإطفاء الحريق وتؤخذ من الأنظمة. L/ sec

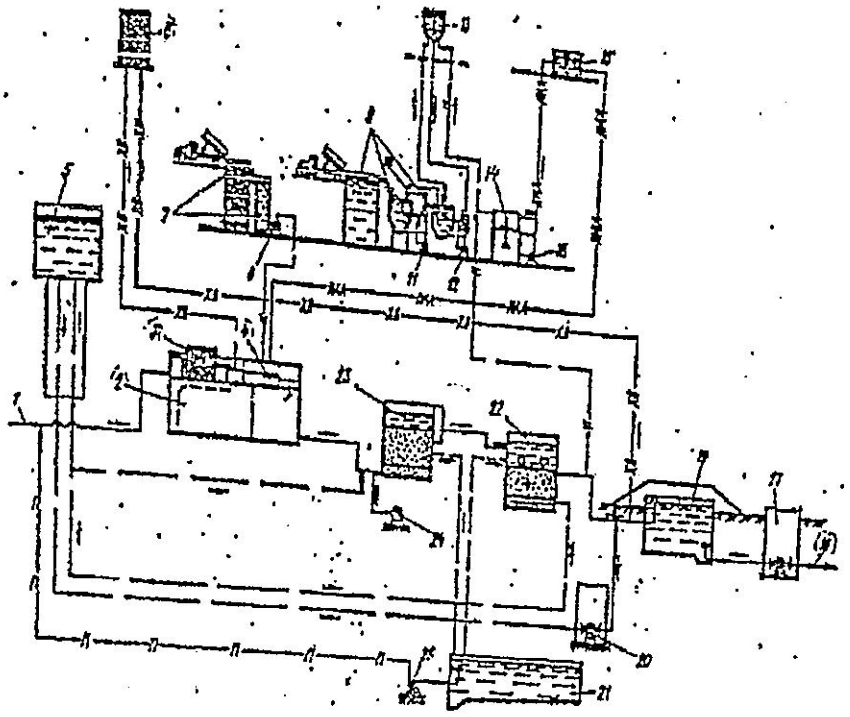
tb: استمرارية فترة الحريق وتؤخذ عادة 3 hours .

Tb : فترة اعادة إملاء الخزانات الاحتياطية للإطفاء وتتراوح من 72-36-24 hours وذلك حسب أهمية المنشأة.

2 - 2 - 1 - مخطط الارتفاعات لحركة الماء في منشآت محطة التنقية:

تتحرك المياه عادة بين مختلف منشآت محطات تنقية مياه الشرب تحت الوزن الذاتي(جريان حر) لذلك من الضروري معرفة ارتفاع توضع مختلف هذه المنشآت على المخطط التكنولوجي وهذا يتطلب رسم مخطط الارتفاعات أنظر الشكل (٢-٣) الذي يتكون من مقطع جانبي طولاني

للمياه في منشآت محطة التنقية بمقياس اختياري موضحاً عليه جميع المنشآت الأساسية والملحقة والأجهزة وعليه أيضاً منسوب المياه في كل من ومنسوب أسفل هذه المنشآت:



الشكل (٢-٣) مخطط الارتفاعات في منشآت محطة التنقية

1،18- بالترتيب ضخ المياه الأولية ومخرج المياه المعالجة - 2- خزان تماس -3- شبكة طبلية أو ميكرو فلتر 4- خلاط 5- خزان مياه الغسيل -6- جهاز كلورة -7- خزانات التحضير محاليل التخثير -8- مضخة المعايرة 9- خزانات لتحضير المحلول الكلسي -10- فرازة دوامية مائية -11- مضخة لتدوير وضخ حليب الكلس إلى الفرازة الدوامية -12- مضخة لتدوير وضخ حليب الكلس إلى المعاير -13 معاير حليب الكلس -14 خلاط مساعد التخثير (بولي اكريلاميد) -15- خزان الاستهلاك مع معاير المحلول بالبولي اكريلاميد -16. مضخة التدوير وضخ البولي اكريلاميد إلى المعاير -17- محطة ضخ الرفع الثانية -19 خزان المياه النقية -20- مضخة الضخ الماء إلى خزان مياه الغسيل -21- مرسب متوسط لإعادة ماء الغسيل -22,23 - بالترتيب مرشحات المرحلة الثانية والأولى 24- مضخة هواء -25- مضخة إعادة مياه الغسيل إلى بداية مجرى المخطط التكنولوجي.

عند إعداد مخطط الارتفاعات من الضروري تأمين شروط جريان الماء تحت الوزن الذاتي من بداية المحطة حتى خزان المياه النقية مع المراعاة في الوقت نفسه متطلبات سهولة الاستثمار لذلك من المهم معرفة فاقد الضغط الأعظمي الممكن حدوثه في مختلف منشآت محطات التنقية

بالإضافة إلى ضياع الضغط الذي يحصل في الوصلات بين المنشآت وأيضاً في أجهزة القياس بالاعتماد على الأنظمة يجب حساب قيم انخفاض مستوى الماء (ضياع الضغط) في منشآت محطة التنقية والوصلات وجدير بالذكر أنه يمكن النصح باستخدام الجدول التقريبي التالي (٢-١) الذي يعطي قيم ضياع الضغط بالمتر وذلك عند الرسم التمهيدي لمخطط الارتفاعات.

جدول (٢-١) : ضياع الضغط ضمن وبين مختلف منشآت محطة التقية

اسم المنشأت	الضياع بالمتر
في شبكة الفلاتر الطبلية والميكروفلتر	0.6 – 0.4
في مدخل حجرات المزج	0.5 – 0.3
في منشات حقن المحاليل الكيميائية	0.3 – 0.1
في الخلاطات الميكانيكية	0.6 – 0.5
في حجرات تشكل الندف الهيدروليكية	0.5 – 0.4
في حجرات تشكل الندف الميكانيكية	0.2 – 0.1
في المرسبات	0.8 – 0.7
في المروقات ذات الطبقات من المواد العالقة	0.8 – 0.7
في المرشحات السريعة	3.5 – 3.0
في مروقات التماس والمرشحات	2.5 – 2.0
في المرشحات البطيئة	2.0 – 1.5
من المرشحات الشبكية الطبلية او حجرات المدخل الى الخلاطات	0.2
من الخلاطات الى المرسبات او المروقات ذات الطبقات من المواد العالقة او مروقات التماس	0.4 – 0.3
من المرسبات او المروقات ذات الطبثات من المواد العالقة او مروقات التماس	0.6 – 0.5
من المرسبات او المروقات ذات الطبثات من المواد العالقة الى المرشحات	0.6 – 0.5
من المرشحات او مروقات التماس الى خزان المياه النقية	1.0 – 0.5
في أجهزة القياس الموجودة على مدخل ومخرج محطة التنقية	0.5
في مؤشرات التدفق على المرسبات ، المروقات من المواد العالقة ، المرشحات ومروقات التماس	0.3 – 0.2

يبدأ إعداد مخطط الارتفاعات من أخفض منسوب في محطة التنقية وهو (خزان المياه النقية) بحيث يكون المستوى الأعظمي للماء فيه على ارتفاع 0.25 – 0.5 m أعلى سطح الأرض وبعد ذلك بالجمع المتتالي لضياع الضغط في وبين المنشآت نجد مستوى الماء في بقية منشآت محطة التنقية .

إلى جانب المقطع الجانبي في محطة التنقية وعند إعداد مخطط الارتفاعات يجب تحديد ارتفاع المنشآت المنفصلة ومنسوب أسفلها بالنسبة إلى سطح الأرض. عند وضع مخطط الارتفاعات من الضروري الانتباه إلى تضاريس أرض محطة التنقية وعمق المياه الجوفية ومستوى الماء الأعظمي في المسطحات المائية بفترات الفيضانات بالإضافة إلى إمكانية تصريف مياه المجاري والرواسب من محطة التنقية بالإسالة وشروط عمل مضخات الرفع الثاني . ويجب أن يوضح أيضاً على مخطط ارتفاعات محطة التنقية خزانات حل وتجريع المحاليل الكيميائية ومنشأة إعادة مياه الغسيل ومنسوب محور مضخات الغسيل أو أسفل خزان مياه الغسيل ومنسوب مضخات التحلية ومضخات التجريع والحموض والهواء .

2 -3 - المخثرات الكيميائية:

يستخدم الكثير من المحاليل الكيميائية في تكنولوجيا تنقية المياه لكن كبريتات الألمنيوم و كلور الحديد لاقت الانتشار الأوسع بينها.

2 - 3 - 1 - كبريتات الألمنيوم $Al_2 (So4)3 * 18 H2o$

تعد كبريتات الألمنيوم الخام ذات لون كبريتي أو مخضر ويتم الحصول عليها بنتيجة معالجة البوكسيت- النيفيلين ،ويجب ألا يقل تركيز Al_2O_3 فيه عن 9.5 % ويقابل هذا تركيز صاف يقارب 30% من $Al_2(SO4)3$ ويحتوي عادة حوالي 30% من الشوائب غير المنحلة وحوالي 35% رطوبة. من مساوئ كبريتات الألمنيوم حساسيتها الزائدة للحرارة و pH المياه المعالجة ويكون ل $Al(OH)3$ انحلالية دنيا عندما تتراوح pH = 6.5 – 7.8 .

2-3-2- كلوريد الحديد $FeCl_3.6H2o$

ذو لون غامق يسيل عند تعرضه للهواء لذلك يتم نقله في براميل مقاومة للتآكل و مانعة للتسرب مثل براميل البلاستيك أو الستانلس ستيل ويتم الحصول على و $FeCl_3$ اللامائي بكلورة نثارة الفولاذ بحرارة 700 °C ويكون تركيز $FeCl_3$ اللامائي (95-97%).

تمتاز ندف ماءات الحديد بأنها كثيفة وأثقل وتترسب بسرعة أعلى ب1.5 مرة من ندف هيدروكسيد الألمنيوم وتشكل بسرعة ولها مجال واسع لتغير قيم ال pH وتجدر الإشارة إلى أن كلوريد الحديد يعد وسيطاً مؤكسداً مقارنة مع الشبة التي تعد وسيطاً مرجعاً.

2-3-3- كبريتات الحديدي FeSo4.7H2o

تشكل في الماء هيدروكسيد الحديدي التي تتأكسد بوجود الأكسجين المنحل أو.بإضافة غاز الكلور إليها. تتم عملية الأكسدة بسرعة كافية عندما تزيد درجة ال pH الماء عن 8 وهذا يلزم منا زيادة قلوية المياه المعالجة بإضافة الكلس أو الصودا إلى الحدود المثلى للتخثير والتي تقع بين 8.5- 11.

2-3-4- كبريتات الحديد المكلورة $(Fe_2(So4)_3+FeCl3)$

نحصل عليها من معالجة FeSO4 بالكلور ويستهلك نحو g0.2 من الكلور لكل g1 من FeSo4.7H2o ويستخدم هذا المخثر في الكثير من محطات التنقية في أمريكا وإنكلترا وبلجيكا واليابان.

2 -4- مساعدات الترويب وخواصها:

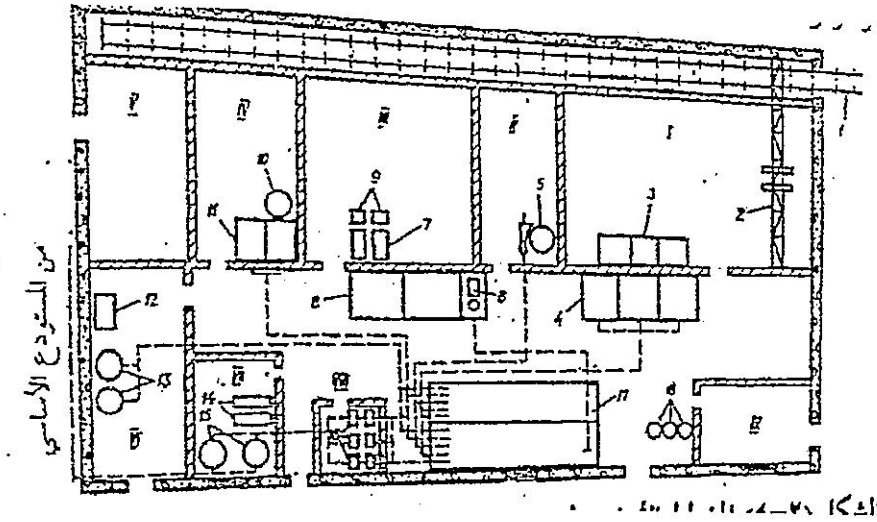
تسمى المواد المستعملة في تكنولوجيا التنقية الكيميائية للمياه التي تساعد على تقوية وتحسين عملية تخثر هيدروكسيدات الألمنيوم والحديد بمساعدات الترويب. تعتبر مساعدات الترويب هذه من البوليميرات المستقيمة التي تتصف جزيئاتها الميكرونية بالشكل الحلقي ويبلغ طول الحلقة المؤلفة من صف من الفقرات مئات الميلي ميكرون. تستخدم العناصر العالية الوزن الجزيئي الجيدة الانحلال بالماء كمساعدات للترويب.

تقسم مساعدات الترويب إلى : عضوية (طبيعية واصطناعية) ولا عضوية وهناك أمثلة عن الطبيعية (النشاء - محلات الخميرة....) أما من مساعدات الترويب الاصطناعية التركيبية فيستخدم البوليمير العضوي (بولي أكريل أميد) PAA وأيضاً تنتج مساعدات ترويب نمط كاتيوني PA- 2 - ، PA-3 والتي تختلف عن PAA ذات النمط الأنيوني بأنها تؤدي لتشكيل ندف ضخمة بدون معالجة المياه بالمخثرات الكيمائية. تعد سيليكات الصوديوم المنشطة من أكثر مساعدات الترويب اللاعضوية انتشاراً .

2 - 5 - منشآت تحضير المحاليل الكيميائية وخلطها وتشكل ندفها:

2-5-1 منشآت تحضير المحاليل الكيميائية وحقنها:

ينظر في محطات التنقية الحديثة إلى بناء خزانات للمحاليل الكيميائية بشكليها الجاف والمركز وكذلك بناء منشآت لتحضير المحاليل بالتركيز المطلوب (أنظر الشكل2-4).



الشكل (3-4) المخطط الأساسي لترتيب توضع منشآت المواد الكيميائية في محطة تنقية المياه

I-V-خزانات وبالترتيب، الكيماويات- مسحوق الفحم - الكلس - مساعدات التخدير - الفلور VI – الفلورة - VII – تبخير الكلور - VIII معايرة الكلور - IX أمكنة مساعدة للخدمة 1- خط حديدي أرضي مغلق، -2 رافعة جرف، 3,4 بالترتيب خزانات حل واستهلاك المخثرات ، 5- معايرة المسحوق الفحمي، -6 مضخة الكلس، -7 إطفاء الكلس، 8- خزان حل حليب الكلس 9- صومعة كلس، -10 منشأة لتحضير محلول مساعدات التخثير، 11- خزانات حل مساعدات التخثير ،12-14 مرجل لمنشآت الفلورة والتبخير، -13 جهاز الإشباع ب CO2، 15- تبخير الكلور، -16 كلورة، 17 -خلاط، -18 مضخات هواء.

تنقل المحاليل الكيميائية الأساسية المستخدمة في محطات التنقية (كبريتات الحديدي،كلور الحديد، كبريتات الألمنيوم، الكلس، الفحم المنشط) إلى المحطات بواسطة وسائل النقل وهناك تحضر وتحقن لمعالجة المياه. .

2 - 5 - 2 - الجرعات التصميمية للمخثرات الكيميائية:

تحدد جرعات المخثرات التصميمية استناداً لنتائج التجارب المخبرية في معالجة المياه أو اعتماداً على المعطيات الاستثمارية لمحطات التنقية العاملة في ظروف مشابها وتحسب عند ذلك الحدود المسموح بما لبقايا المخثرات في المياه.

تتم التجارب المخبرية لتخثير شوائب المياه بإملاء أسطوانات سعة (500 ml) بالمياه وبعد ذلك تضاف جرعات المخثرات الكيميائية بكمية (mg/ L20) وبمجال (20 – 200 mg/ L) وتحدد الجرعة المثالية للمخثر بنتيجة التجريب المخبري (وهي الجرعة التي تؤدي وبسرعة إلى تشكيل ندف كبيرة الحجم وبعد الترشيح يجب أن تحقق عكارة المياه ولونها متطلبات الكود. يحدد الاستهلاك اليومي Dc من المخثر الكيميائي بالعلاقة التالية:

$$Dc = \frac{Q*Dp}{10000*P} \qquad 2\text{-}1$$

حيث:

Q: كمية المياه المعالجة (m^3/ day)

Dp : جرعة المخثر محسوبة على قسمها الفعال (وتحدد بالتجريب المخبري للمخثرات في المياه المعالجة mg\l.

P: تركيز الجزء الفعال في المخثر التجاري %.

تحسب منشآت حل المواد الكيميائية والخزانات على الجرعات الأعظمية لهذه المحاليل وتحدد هذه الجرعات على أساس المساحيق الجافة اللامائية لكبريتات الألمنيوم والحديد وكلور الحديد عند تقسيم محطات التنقية التي تعمل على إزالة عكارة المياه وذلك من الجدول 2-2.

الجدول (٢-٢) الجرعات التصميمية للمحاليل الكيميائية المستخدمة لترويق المياه العكرة

عكارة المياه mg/l		حتى	101	201	401	601	801	1001
		100	200	400	600	800	1000	1500
الجرعة الامانية للمخثر الكيميائي المستخدم لمعالجة المياه العكرة mg/l	المعلقات ذات درجة التشرد العالية U0 <0.05 mm/sec	35	40	45	50	60	70	80
	المعلقات ذات درجة التشرد المنخفضة	25	30	35	45	50	60	70

تحدد جرعة المحاليل الكيميائية (mg / L) المستخدمة في معالجة المياه الملونة من العلاقة:

$$Dc = 4\sqrt{C} \qquad 2\text{-}2$$

حيث C: لون المياه المعالجة بالدرجات.

تعطى جرعات المحاليل اللازمة لزيادة قلوية المياه اللازمة لإتمام عملية التخثير وفق العلاقة التالية:

$$Da = \left(\frac{Dc}{e} - A0 + a\right) K \qquad 2\text{-}3$$

حيث :

e : الكتلة المكافئة اللامائية للمخثر mg-eq\l وتساوي 57 Al2(So4)3J و ل FeCl3 و 67 ل Fe2(So4)3.

Da: جرعة محلول زيادة القلوية (الكلس مقدراً ب Cao او الصودا ب Na2Co3 و الصود الكاوي NaOH).

A0: قلوية المياه الطبيعية \l mg-eq ، الرقم 1 يدل الى القلوية الفائضة للماء واللازمة لإتمام عملية التخثير بشكل طبيعي.

K: عامل يساوي 28 للكلس و 40 لماءات الصوديوم و 53 للصودا.

إذا كانت قيمة Da سالبة لايلزم عندها أية إضافة لقلوية الماء وينصح باستخدام مساعدات التخثير لزيادة فعالية عملية التخثير حيث تتعلق قيمة الجرعات بمكان الحقن وبنوع ونظام عمل المنشأة بالإضافة إلى المواصفات الفيزيا- كيميائية للمياه المعالجة وتتراوح وبشكل تقريبي جرعة مساعدات التخثير اللامائية قبل المرسبات ب(0.2-1.5 mg/L) .

تتراوح جرعة الكلور حتى(10 mg/l مقدرة بالكلور النشيط) وذلك للكلورة البدائية المستخدمة لتحسين عملية التخثير ولإزالة لون وتعقيم المياه. عند وجود بقايا الفينول في المياه الأولية ولمنع ظهور رائحة وطعم الكلور فينول في المياه عند كلورتهما يعمد إلى إضافة الأوزون مع الكلور بجرعات(3- 0.75 mg/ L) .

2 - 6 - مستودعات المواد الكيميائية :

تصمم مستودعات تخزين المواد الكيميائية على زمن خزن (30- 15day) وتعطي مساحة هذه المستودعات (m2) بالعلاقة:

$$F = \frac{Q * Dc * T * \propto}{10000 * P * G0 * Hk}$$

حيث :

Q : الإنتاجية الكلية لمحطة التنقية(m/day)

Dc: الجرعة الأعظمية للمختر الكيميائي (g/ m3)

T : استمرارية خزن المحاليل في المستودعات (day)

∝: عامل يساوي 1.15

P : تركيز المادة الفعالة اللامائية في المختر %

G0 : الكتلة الحجمية للمختر t\m3

Hk : الارتفاع المسموح به للمختر الكيميائي في المستودع(m).

2 - 7 - خلط المحاليل الكيميائية مع المياه:

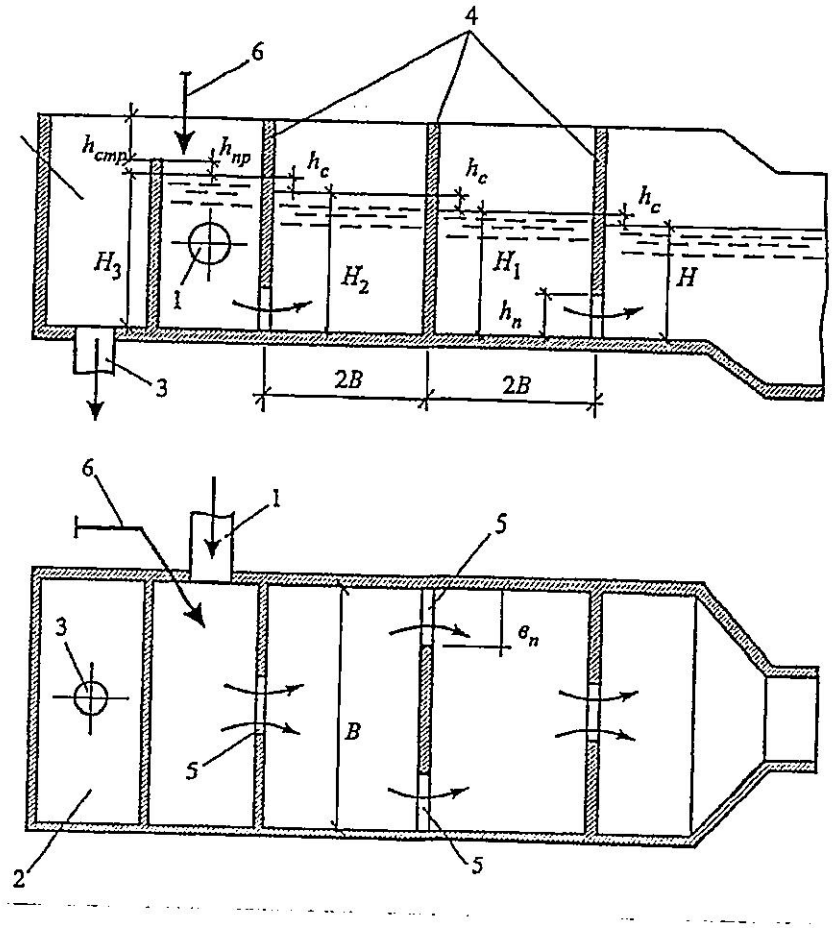
من الضروري لتخثير شوائب المياه خلط المحاليل الكيميائية مع الماء بشكل جيد بحيث تؤمن الاتصال الأعظمي لجزيئات الشوائب مع نواتج تحال المحاليل الكيميائية (التي تشكل خلال لحظات). يؤدي عدم خلط المحاليل بشكل جيد مع الماء إلى زيادة الاستهلاك في كمية المحاليل وبطء تكتل شوائب الماء وتجمعها وبذلك من الضروري تأمين النظام الأمثل لعمل الخلاطات التي يتم عندها التلامس الأعظمي لجزيئات المحلول الكيميائي مع العدد الأعظمي لشوائب الماء حتى تنتهي عملية التحلل. برزت الحاجة في التكنولوجيا الحديثة لتنقية المياه على وجود خلاطات حديثة (ميكانيكية، أنبوبية) لخلط المواد الكيميائية مع المياه خلال لحظات وتقسم هذه الخلاطات إلى صنفين: خلاطات هيدروليكية وخلاطات ميكانيكية وتعود إلى الصنف الأول الخلاطات ذات الممرات التي تكون حركة الماء فيها إما شاقولية أو أفقية وذات التقوب وذات الحواجز التي يوجد

فيها حواجز لتوزيع تدفق الماء ذي الجريان الشاقولي (الدوامي) وإن اختيار نموذج الخلاطات يعود إلى إنتاجية محطة المعالجة وطريقة معالجة الماء.

2 - 7 - 1 - الخلاطات الهيدروليكية:

ينشأ اضطراب التيار المائي في الخلاطات الهيدروليكية من الممانعات الموضعية التي تسبب سرعة جريان الماء فيها ويتصف هذا النوع من الخلاطات ببساطة إنشائه وفعالية استثماره لكن عندما تكون غزارة المياه المعالجة أقل من الغزارة التصميمية لا تحقق هذه الخلاطات الفعالية المنتظرة يعد الخلط السريع للمحلول الكيميائي مع الماء في حواجز الخلاط وقبل وصول الماء إلى حجرة تشكل الندف من الطرق المتبعة لتحسين فعالية التخثير وزيادتها حيث تبين أن استخدام هذه الطريقة في محطات المعالجة ذات الإنتاجية القليلة تسمح بظهور ظروف ملائمة للخلط وبذلك ينخفض استهلاك المحاليل الكيميائية إلى 25%، حيث تنتشر وبشكل واسع في الحياة العملية الخلاطات ذات الحواجز التي تقسم التيار المائي وتوزعه وهذه الخلاطات تعد مجاري من البيتون المسلح مع ثلاثة حواجز غير كاملة متناوبة الفتحات بالنسبة لمحور المنشأة.

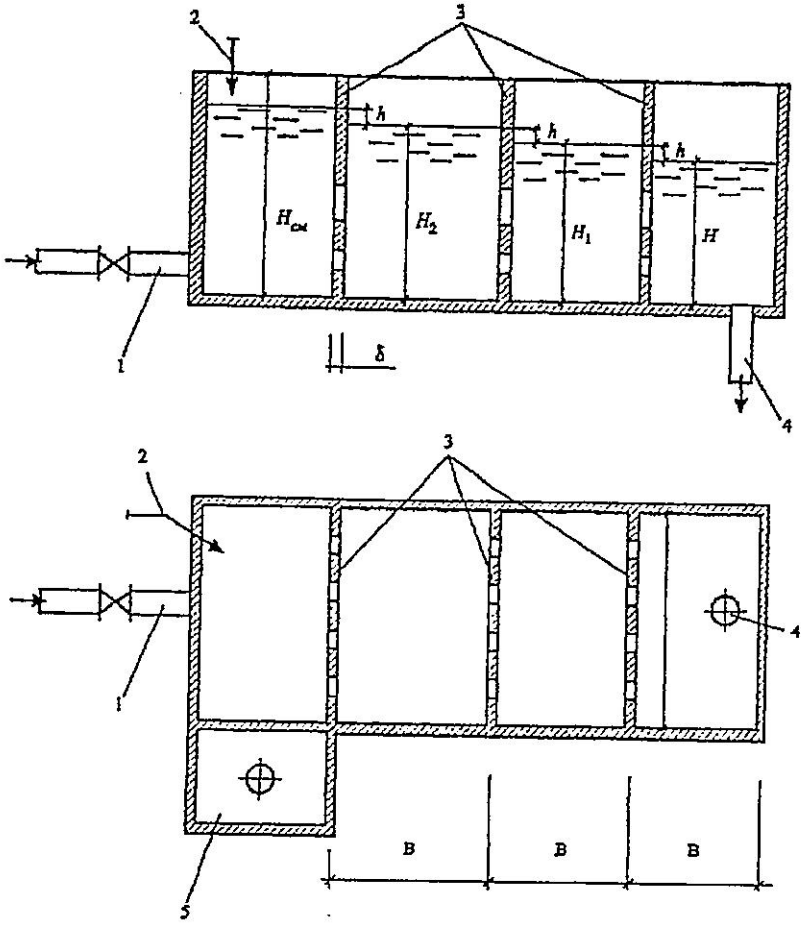
عند جريان الماء في الفتحات بسرعة (m/ sec1) يتشكل تيار مضطرب يؤدي إلى سرعة خلط المحاليل مع الماء حيث تساوي المسافة بين الفواصل ضعفي عرض المجرى.



الشكل (2-5) : مخطط الخلاطات ذات الحواجز

1- أنبوب ايصال الماء إلى الخلاط 2- غرفة مدر المياه الزائدة 3- أنبوب الهدار 4- حواجز عرضية 5- فتحات عبور المياه في الحواجز 6- أنبوب نقل المخثر .

يعد الخلاط (ذو الثقوب المخرم (الشكل 2-6) عبارة عن مجرى بحواجز مثقبة متوضعة متعامدة مع اتجاه جريان الماء. يسبب الماء المار عبر الثقوب بسرعة (m/ sec1) حركة دوامية اضطرابية تؤدي إلى اخلط الجيد للمحاليل مع الماء وتؤخذ أقطار الثقوب من (20 – 100mm) كما يجب أن يكون الصف العلوي من الثقوب مغمورة بالماء لعلو لا يقل عن (10 -15cm) لتحاشي دخول الهواء.

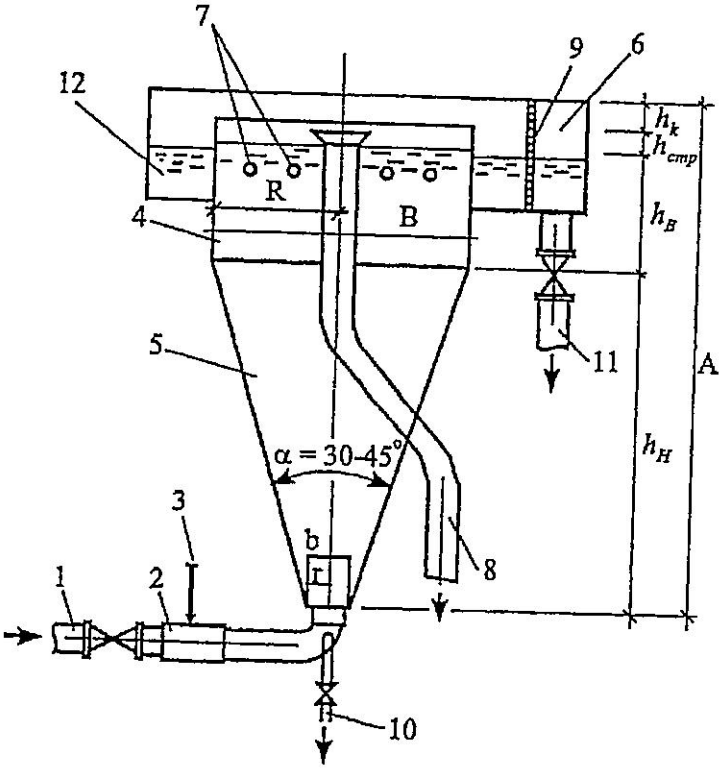


الشكل (2-6): مخطط الخلاطات ذات التقوب

1-أنبوب ايصال المياه إلى الخلاط -2-أنبوب ايصال المخثر 3-جدران مثقبة 4-أنبوب الهدار 5-جيب الهدر.

تستخدم في محطات التنقية أحيانا المروقات مع الخلاطات الشاقولية (الدوامية و الشكل الأسطواني أو المربعي في الأعلى والمخروطي أو الهرمي في الأسفل بزاوية ما بينها (45° - 30°) أنظر الشكل (٢-٧). تضخ المياه المراد معالجتها من أسفل الخلاط المخروطي أو الهرمي بسرعة (1 . 5 - 2 . 1 m/ sec) وأيضا يتم ضخ المحاليل الكيميائية (5) من الأسفل ولكن باتجاه مقابل للأول وتتراوح سرعة خروج الماء من الجزء الأسطواني من الخلاط ذات الارتفاع (1.0 – 1.5 m)من(30-40 mm/sec) وفترة بقاء الماء في هذا الخلاط (1.5 – 2 min) لكي تصبح جزيئات المحلول الكيميائي بحالة (معلقات). يتم خروج الماء من الخلاط عبر أنابيب

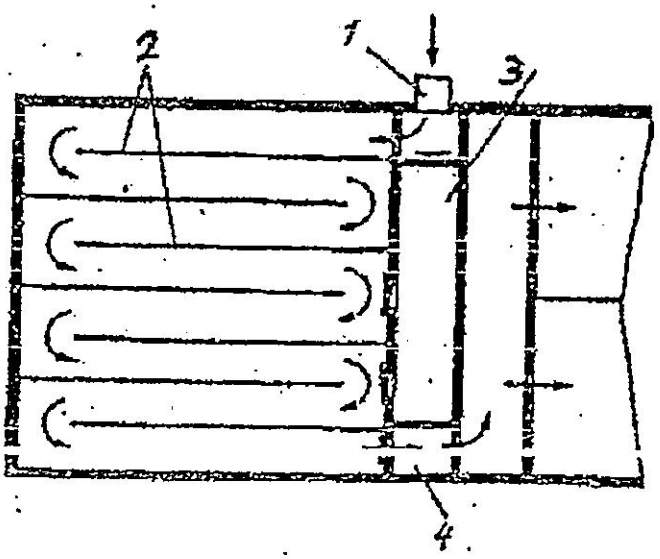
متقبة ذات ثقوب مغمورة أو عبر قمع مغمور مركزي التوضع. يتم استخدام الخلاطات الدوامية في محطات التنقية ذات الإنتاجية الكبيرة والمتوسطة .



الشكل (2-7) مخطط الخلاطات الشاقولية الدوامية

1-أنبوب ايصال المياه إلى الخلاط 2-منشأة ادخال المخثر 3-أنبوب ايصال المخثر 4- القسم الاسطواني أو متوازي المستطيلات من الخلاط 5-قسم جذع المخروط او الهرم من الخلاط 6- الجيب الجامع 7-فتحات تصريف الماء الزائد 8- أنبوب الهدار 9- شبك 10- أنبوب التفريغ 11- أنبوب نقل الماء 12-قناة الجمع.

في محطات تنقية المياه الضخمة($3 * 10^5 m3 \backslash day$)لاقت الخلاطات ذات الممرات رواجا ملحوظا أنظر الشكل (2-8) وتكون حركة الماء في هذه الخلاطات إما أفقية أو شاقولية بسرعة (0.9 - 0 . 6 m/ sec0) بحيث تتراوح فترة بقاء الماء فيها من(3-5 دقيقة)و يؤخذ عدد الدورات بزاوية 180 درجة مئوية مساوياً ل 9-10.



الشكل (2-8) : مخطط الخلاطات ذات الممرات

4,1 مدخل ومخرج المياه -2 حواجز -3 قناة جانبية

لا يقل عرض الممر الواحد عن 0.7 m ويمكن تقليص عدد الحواجز وزمن مكوث الماء في الخلاطات ويحسب فاقد الضغط في الخلاط بالعلاقة:

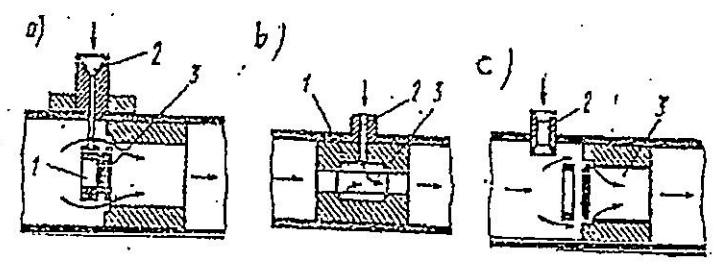
$$Hc = 0.15 * V_c^2 * n \qquad 2\text{-}5$$

حيث :

n :عدد الممرات في الخلاط (9-10)

V_c^2 سرعة المياه في الممرات . m/ sec

تستخدم في محطات التنقية ذات الإنتاجية القليلة الخلاطات الأنبوبية أنظر الشكل(2 - 9) التي تتصف بالضياعات الكبيرة للطاقة وبعدم إمكانية استخدامها في محطات التنقية الضخمة.



الشكل (2-9): الخلاطات الأنبوبية

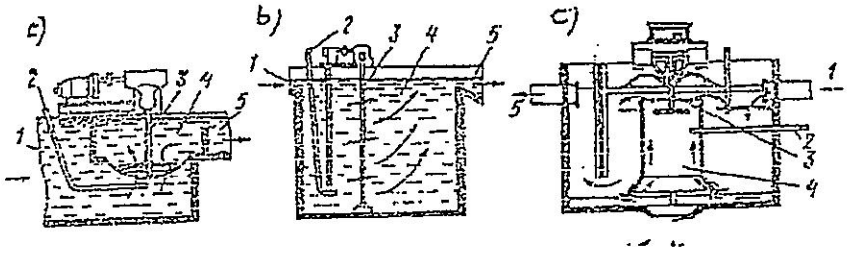
1,2 بالترتيب موزع وضخ المحلول الكيميائي -3 عنق متضيق

2 - 7 - 2 - الخلاطات الميكانيكية:

تستخدم الخلاطات الهيدروليكية بكثرة في الحياة العملية ولكن من مساوئها عدم إمكانية تنظيم درجة اضطراب الماء وزمن بقائه في الخلاطات بالنسبة لنوعية الماء وغزارته.

تنظر النظريات الحديثة إلى التخثير على أنه ظاهرة بمرحلتين لتحول الجزيئان تأمين تلامس المحاليل الكيميائية مع كل جزيئات الماء من جهة وتأمين تكتلها تجميعها بعد التلامس الأولي من جهة أخرى وتحصل على الفعالية المثلى للتخثير عند التحول السريع للجزيئات الذي يكون ممكنا فقط في الخلاطات الميكانيكية السريعة جدا (التوربينية والمروحية) حيث يحصل توزع المحاليل الكيميائية وانتشارها في الماء خلال لحظات وبسرعة نحصل على التركيز الأمثل.

تسمح هذه الخلاطات بتخفيض زمن التخثير ويعمد عند الاستثمار الكلي لفعالية المحاليل الكيميائية إلى زيادة كثافة الندف مما يقلل من كمية المحاليل الكيميائية المستخدمة (أنظر الشكل 2-10).



الشكل (2-10): الهيكل العام للخلاطات الميكانيكية

A التوربينة, b ذات الريش , c المروحية

5,1 مدخل ومخرج المياه ، 2- صخ المحاليل الكيميائية ، 3- محور الخلاط ، 4- حجرة خلط

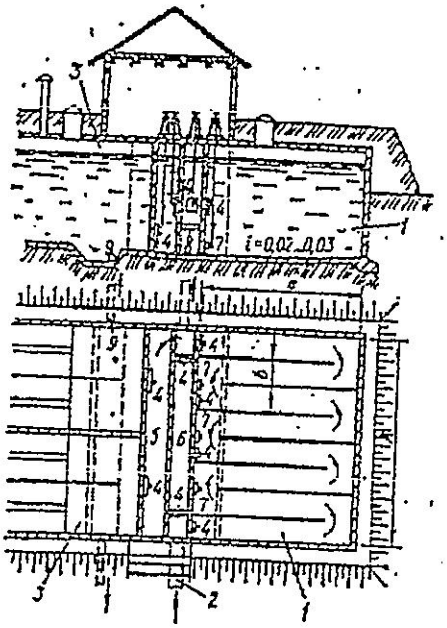
8-2 حجرات تشكل الندف:

تخصص حجرات تشكل الندف لتأمين الظروف المناسبة لإنهاء المرحلة الثانية من التخثير - تشكل الندف- وتقسم هذه الحجرات حسب طريقة عملها إلى هيدروليكية وميكانيكية ويفضل من الحجرات الهيدروليكية استخدام الحجرات الشاقولية (الدوامية) أو حجرات تشكل الندف ذات المسير المائي أو ذات الحواجز. للحصول على ندف كبيرة الحجم يجب أن يبقى الماء في غرف تشكل الندف من (10 - 40 min) وأكثر أحيانا ويتم اختيار نوع حجرات تشكل الندف انطلاقاً من نوعية الماء الخام وتصميم المرسبات ونوعية المحاليل الكيميائية المستخدمة.

2 - 8 - 1 - حجرات تشكل الندف الهيدروليكية:

1- حجرات تشكل الندف ذات الحواجز:

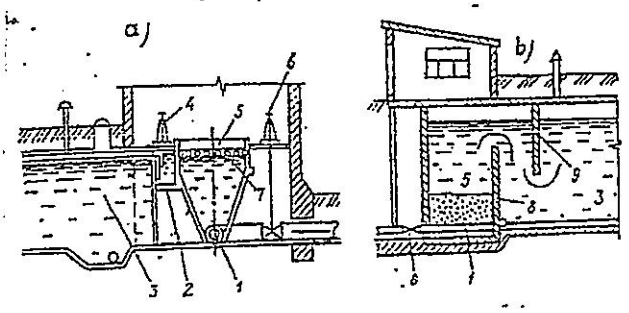
وتستخدم مع المرسبات الأفقية أنظر الشكل (2-11) وهي عبارة عن خزان مستطيل من البيتون المسلح مع حواجز مشكلة من (11- 9) كوريدور "ممر" بعرض لكل كوريدور لا يقل عن (70 cm)تمر المياه عبره بسرعة (2. 0 – 3 . 0 m/ sec) في بداية الحجرة، وبسرعة 0.1 m/sec في نهاية الحجرة وذلك لاتساع عرض الممرات. تعطى ميول طولانية للممرات بمقدار %(2-3) للتخلص من الرواسب أثناء التنقية ويؤخذ العمق المتوسط للحجرات (0. 2- 5 . 2m) وفترة مكوث الماء في هذه الحجرات(20 – 30min) .



الشكل (٢-١١) : الحجرة ذات الحواجز لتشكل الندف (مع دوران أفقي للمياه) مترافقة مع مرسب أفقي
1- حجرة تشكل الندف، 2-ضخ الماء إلى الحجرة، 3- مرسب، 4- بوابة لإمرار الماء، 5- قناة توزيع،6- مجرى مائي، 7- بوابة لإخراج الرواسب، 8- قناة للتخلص من الرواسب، 9- ابعاد الرواسب.

2- الحجرات الشاقولية (الدوامية) لتشكل الندف:

تقسم إلى حجرات من دون طبقة من الرواسب العالقة ومع طبقة من الرواسب وتعد هذه الحجرات أكثر حداثة من غيرها ومن مزاياها وجود الحركة الدوامية للمياه التي تؤدي إلى تسريع تشكل الندف (2-3) مرة بالمقارنة مع الأنماط الأخرى و بالتالي إلى إنقاص حجمها. تستخدم الحجرات الشاقولية لتشكل الندف بشكل منفصل أو مجتمع متوضعة في المرسبات الأفقية أنظر الشكل (2-12). في حجرات تشكل الندف الشاقولية تضخ المياه المعالجة من الأسفل وتصعد إلى الأعلى بنقصان في سرعتها وتخرج من الحجرات عبر محمع بشكل أنابيب مثقبة أو مجاري إلى المرسب.



الشكل (٢-١٢) : الحجرة الشاقولية (الدوامية) لتشكل الندف

a-بمحاذاة المرسب، b-متوضعة داخل المرسب
1- أنبوب توزيع، 2- قناة توزيع، 3- موسب، 4 بوابة، 5- حجرة تشكل الندف
6-صمام بوابي، 7- مجاري جمع، 8- حاجز مائي مغمور، 9- جدار متدلي.

عند جمع المياه بالمجاري يستحسن إنشاء ثقوب مغمورة في جدران المجاري وذلك لجمع المياه عبرها وليس عبر الحافة العلوية للمجرى لأنه من الصعب تنفيذها أفقيا خاصة عند الطول الكبير لها. تتألف الحجرة الشاقولية لتشكل الندف من خزان ذي قسمين أسطواني أو موشوري من الأعلى ومخروطي أو هرمي من الأسفل بذروة نحو القاع وتتراوح زاوية ميل الجدران في القسم السفلي من (°70 - °30) وذلك حسب ارتفاع الحجرة. يجب أن تضخ المياه إلى الحجرة بسرعة m/sec 1.2-0.7 اما سرعة الخروج فتتراوح mm/sec 5-4 اي بحوالي 140-175 مرة أقل من سرعة الدخول عند حركة الماء من الأسفل للأعلى تختلط طبقاتها الجانبية مع التيار الأساسي الذي ينتشر في جميع الجهات لنقصان السرعة و بنتيجة ذلك يحدث جيشان للماء يؤدي إلى فعالية جيدة لخلط الماء وتشكل وتضخم الندف. يؤخذ زمن مكوث الماء في حجرات تشكل الندف الشاقولية بحدود (12 - 6min) بحيث تكون القيمة الدنيا للمياه العكرة والعليا للمياه الملونة) ويتم جمع وخروج الماء من الحجرات إلى المرسبات بحيث لا تتخرب ندف $Fe(HO)3$, $Al(OH)3$ لذلك يجب ألا تتجاوز سرعة جريان الماء في مجاري جمع المياه والأنابيب والثقوب (0 .1 m/ sec) للمياه العكرة و (0 . 05 m/ sec) للمياه الملونة.

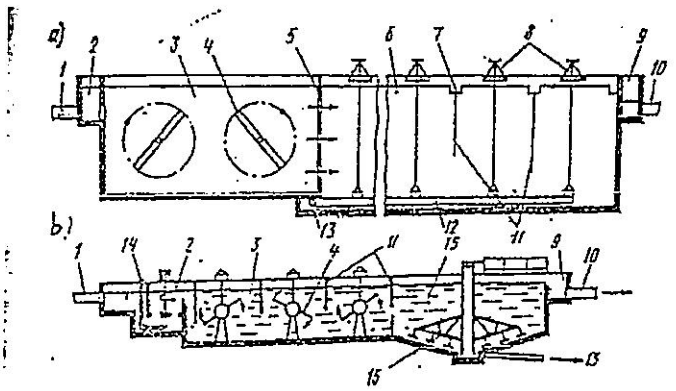
عند تصميم وحساب الحجرات الشاقولية لتشكل الندف وانطلاقا من إنتاجية منشأة التنقية يحدد حجم الحجرة الكلي ومساحة قسمها العلوي وذلك بإعطاء استمرارية لبقاء الماء في الحجرة وسرعة لخروج الماء ونوجد بالتالي حجم الجزء السفلي ونتحقق من زمن بقاء الماء في الحجرة.

تصميم وحساب حجرات تشكل الندف ذات الجدران الشاقولية أسهل وأبسط بسبب أنهما تملك مقطع واحدة على طول الحجرة.

2 - 8 - 2 - حجرات تشكل الندف الميكانيكية:

يستخدم هذا النوع من الحجرات في محطات التنقية الضخمة عندما لا تسمح ظروف توضعها استخدام أنواع أخرى ويتم الخلط من خلال دوران ألواح أو صفائح بمساعدة محرك كهربائي حول محور أفقي (أو شاقولي أحيانا) ولم تلق الحجرات الميكانيكية ذات الريش الخلاطة الدوارة حول محور أفقي انتشارا واسعا. تؤخذ السرعة التصميمية لجريان الماء فيها بحدود 0.2-0.5 m/sec وزمن مكوث الماء (30 - 60min) وتبين هذه الحجرات بشكل مستطيل من البيتون المسلح وبعدد للخلاطات (3-5) وغالبا ما تجمع هذه الحجرات مع المرسبات الأفقية وبحاجز شاقولي مثقب ما بينهما أنظر الشكل (2-13).

تمتاز الحجرات الميكانيكية لتشكل الندف بالمقارنة مع الحجرات ذات المبدئ الهيدروليكي: بفواقد قليلة في الحمولة وببساطة في الإنشاء وبإمكانية تنظيم ظاهرة تشكل الندف وذلك بتغيير عدد دورات الريش بالإضافة إلى إمكانية عمل عدد من الحجرات المتتابعة أما من مساوئها الاستهلاك الكبير في التيار الكهربائي والنوعيات الخاصة لألواح الخلط مما يؤدي إلى غلاء المنشأة.



الشكل (٢-١٣) : الحجرة الميكانيكية لتشكل الندف مع قطاعات من المرسبات الأفقية a و الشاقولية b

10,1 مدخل ومخرج الماء، 2- خلاط ميكانيكي، 3- الحجرة الميكانيكية لتشكل الندف، 4- خلاط بمحورأفقي 5 - حواجز منقبة، 6- قطاع من المرسب الأفقي، 7- مجرى عرضي لجمع الماء، 8- سكر لتوجيه الصمامات 9- قناة جمع جانبية، 11- حواجز شاقولية تقسم المرسب إلى قطاعات، 12- نظام هيدروليكي لجمع وإقصاء الرواسب، 13- مخرج الرواسب، 14- ضخ المحلول الكيميائي، 15- مرسب قطري، 16- مكشطة دوارة لإبعاد الرواسب.